

Pemanfaatan Sensor Accelerometer di Smartphone Android untuk Pengembangan Alat Deteksi Pergerakan Tanah di Area Rawan Longsor Berbasis *Internet of Things*

Eka Sri Handayani¹, Heri Suroyo²

Teknik Informatika, Universitas Bina Darma, Palembang, Indonesia, 30111
e-mail: ¹ekasrihandayani24@gmail.com, ²herisuroyo@binadarma.ac.id

Submitted Date: September 12th, 2023
Revised Date: September 30th, 2023

Reviewed Date: September 27th, 2023
Accepted Date: September 30th, 2023

Abstract

Landslide issues pose a serious threat to regions prone to natural disasters. The primary cause of landslides is often the rapid, undetected movement of the earth, resulting in damage and danger to communities in landslide-prone areas. The limitations of expensive and hard-to-access soil movement detection tools have been a barrier to mitigation and reducing landslide risks. Therefore, this research aims to address this issue by utilizing the accelerometer sensor present in Android smartphones to develop a more affordable and efficient soil movement detection device. This research employs the Research and Development (R&D) method with stages of needs analysis, design, development, testing, and implementation. First, a needs analysis is conducted to identify user requirements and necessary technical specifications. Then, a soil movement detection device based on the Internet of Things (IoT) that utilizes the accelerometer sensor in Android smartphones is designed. After the design phase is completed, the device is developed through programming an Android-based application and connecting it to an IoT server for data transmission. Subsequently, the device is tested to ensure accuracy and performance. By combining accelerometer sensor technology in Android smartphones with IoT, this research provides a more cost-effective and efficient solution for early soil movement detection. The results of this research demonstrate that the utilization of accelerometer sensors in Android smartphones to develop an IoT-based soil movement detection device has successfully addressed the issue of early landslide detection. This device can quickly and accurately detect changes in soil movement, enabling timely mitigation actions. Moreover, because it uses commonly available and affordable devices, it can be widely used in landslide-prone areas without the obstacle of high costs. The application of this method has the potential to enhance the safety and quality of life for communities in landslide-prone areas through more efficient early detection.

Keywords: Accelerometer Sensor; Android Smartphone; IoT.

Abstract

Masalah tanah longsor adalah ancaman serius bagi wilayah-wilayah yang rawan bencana alam. Penyebab utama longsor adalah perubahan pergerakan tanah yang sering tidak terdeteksi dengan cepat, mengakibatkan kerusakan dan bahaya bagi masyarakat di daerah rawan longsor. Keterbatasan alat deteksi pergerakan tanah yang mahal dan sulit diakses telah menjadi penghalang dalam upaya mitigasi dan pengurangan risiko longsor. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah ini dengan memanfaatkan sensor accelerometer yang ada di smartphone Android untuk mengembangkan alat deteksi pergerakan tanah yang lebih terjangkau dan efisien. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, pengujian, dan implementasi. Pertama, dilakukan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna dan persyaratan teknis yang diperlukan. Kemudian, dilakukan perancangan alat deteksi pergerakan tanah berbasis *Internet of Things (IoT)* yang memanfaatkan sensor accelerometer pada smartphone Android.



Setelah perancangan selesai, alat ini dikembangkan melalui pemrograman aplikasi berbasis Android dan dihubungkan dengan server IoT untuk pengiriman data. Selanjutnya, alat ini diuji untuk memastikan akurasi dan kerjanya. Dengan menggabungkan teknologi sensor accelerometer pada smartphone Android dan IoT, penelitian ini memberikan solusi yang lebih ekonomis dan efisien untuk deteksi dini pergerakan tanah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan sensor accelerometer di smartphone Android untuk mengembangkan alat deteksi pergerakan tanah berbasis IoT berhasil mengatasi masalah deteksi dini longsor. Alat ini mampu mendeteksi perubahan pergerakan tanah dengan cepat dan akurat, sehingga memungkinkan tindakan mitigasi yang tepat waktu. Selain itu, karena menggunakan perangkat yang umumnya tersedia dan terjangkau, alat ini dapat digunakan secara luas di wilayah-wilayah rawan longsor tanpa kendala biaya tinggi. Penerapan metode ini berpotensi meningkatkan keselamatan dan kualitas hidup masyarakat di daerah rawan longsor melalui deteksi dini yang lebih efisien.

Kata Kunci: Sensor *Accelerometer*; Smartphone Android; IOT.

1. Pendahuluan

Pemanfaatan teknologi dalam mitigasi bencana alam adalah aspek yang kian penting di era modern ini. Salah satu bencana alam yang sering mengancam adalah tanah longsor, terutama di wilayah-wilayah yang rawan. Dalam upaya untuk melindungi masyarakat dan lingkungan dari potensi bahaya ini, pengembangan sistem deteksi dini yang canggih dan efisien menjadi sangat relevan. Dalam konteks ini, penelitian ini berfokus pada pemanfaatan sensor accelerometer di smartphone Android untuk mengembangkan alat deteksi pergerakan tanah di area rawan longsor dengan pendekatan berbasis Internet of Things (IoT) (Ferdiyasto dkk., 2023).

Saat ini, sistem deteksi pergerakan tanah yang ada umumnya mahal, sulit diakses, dan kurang dapat diandalkan, terutama di daerah-daerah terpencil atau berkembang. Alat-alat ini juga sering kali memerlukan pemeliharaan yang intensif, sehingga mengakibatkan biaya operasional yang tinggi. Sistem yang belum memadai ini menempatkan masyarakat yang tinggal di daerah rawan longsor dalam risiko yang lebih besar karena kurangnya deteksi dini dan reaksi cepat terhadap ancaman longsor (Fatkhullah dkk., 2021).

Masalah utama dalam sistem deteksi pergerakan tanah saat ini adalah ketidakmampuan untuk mendeteksi perubahan pergerakan tanah dengan cepat dan akurat. Hal ini mengakibatkan penundaan dalam tindakan mitigasi, seperti peringatan dini dan evakuasi yang tepat waktu. Selain itu, keterbatasan finansial dan teknologi dalam aksesibilitas alat

deteksi membuat banyak wilayah rawan longsor tidak memiliki sistem yang memadai untuk melindungi warganya (Anggainsi dkk., 2023).

Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini akan memanfaatkan sensor accelerometer yang umumnya terdapat pada smartphone Android. Dengan memadukan teknologi sensor ini dengan konsep Internet of Things (IoT), diharapkan dapat dikembangkan sebuah alat deteksi pergerakan tanah yang lebih terjangkau dan efisien. Sistem yang diusulkan akan mampu memberikan informasi secara real-time tentang perubahan pergerakan tanah dan mengirimkan peringatan dini kepada masyarakat serta pihak berwenang dalam rangka pengurangan risiko tanah longsor (Fikri, 2023).

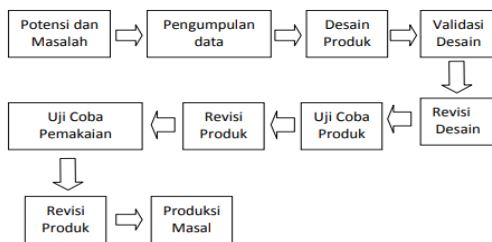
Rencana penerapan sistem yang diusulkan adalah mengujinya dalam skala kecil di daerah rawan longsor yang telah ditentukan. Pengumpulan data lapangan dan pengujian akan digunakan untuk mengukur kinerja sistem dalam mendeteksi pergerakan tanah secara akurat dan memberikan peringatan dini yang tepat waktu. Jika sistem ini terbukti efektif, maka penerapannya dapat diperluas ke wilayah-wilayah rawan longsor lainnya, dengan harapan dapat meningkatkan keselamatan dan kualitas hidup masyarakat yang tinggal di sana. Pendekatan ini diharapkan dapat membawa perubahan signifikan dalam upaya mitigasi dan pengurangan risiko tanah longsor di seluruh dunia (Fatriady dkk., 2022).

2. Metodologi Penelitian

2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode R&D (*Research and Development*). Metode penelitian *Research and Development* (R&D) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut, untuk menghasilkan produk tertentu digunakan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan dan untuk menguji keefektifan produk tersebut supaya dapat berfungsi di masyarakat luas, maka diperlukan penelitian untuk menguji keefektifan produk tersebut (Muqdamien dkk., 2021).

Penelitian *Research and Development* (R&D) yaitu metode yang digunakan untuk menghasilkan produk dan menguji keefektifan produk tersebut. Produk tersebut tidak selalu berbentuk benda atau perangkat keras, akan tetapi dapat pula dalam bentuk perangkat lunak (Fransisca & Putri, 2019).

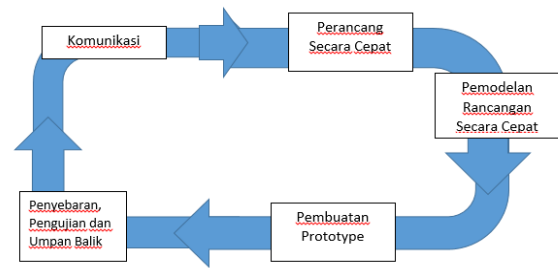


Gambar 1. Diagram Prosedur Penelitian *Research and Development* (R&D)

2.2 Metode Pengembangan Sistem

Pada tahap ini peneliti menggunakan metode pengembangan sistem dengan model *Prototype*. *Prototype* adalah sebuah metode pengembangan *software* yang banyak digunakan pengembang agar dapat saling berinteraksi dengan pelanggan selama proses pembuatan sistem.

Dalam metode pengembangan sistem, terdapat beberapa tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam menggunakan metode *prototype* antara lain adalah : Komunikasi (*Communication*), Perencanaan Secara Cepat (*Quick Plan*), Model Rancangan Cepat (*Modeling quick design*), Pembuatan *Prototype* (*Construction of prototype*), Penyebaran, Pengujian dan Umpan Balik (*Deployment Delivery and Feedback*). Adapun model pengembangan *prototype* digambarkan pada gambar 2 (Manuhutu & Wattimena, 2019).



Gambar 2. *Prototype Model*
(Sumber: Roger S. Pressman, 2012:50)

Proses pengembangan perangkat lunak dimulai dengan komunikasi antara tim pengembang perangkat lunak dan pelanggan. Tim perangkat lunak mengadakan pertemuan dengan para pemangku kepentingan (*stakeholder*) untuk menentukan tujuan keseluruhan perangkat lunak yang akan dikembangkan, mengidentifikasi spesifikasi kebutuhan yang diketahui saat ini, dan menggambarkan area-area yang memerlukan definisi lebih lanjut pada iterasi berikutnya.

Iterasi pembuatan prototipe direncanakan dengan cepat, dan pemodelan dalam bentuk "rancangan cepat" dilakukan. Rancangan cepat berfokus pada representasi semua aspek perangkat lunak yang akan terlihat oleh pengguna akhir, seperti desain antarmuka pengguna atau tampilan format. Rancangan cepat ini menjadi kontribusi awal dalam pembuatan prototipe. Prototipe kemudian diserahkan kepada para pemangku kepentingan, yang melakukan evaluasi khusus terhadapnya. Mereka memberikan umpan balik yang akan digunakan untuk mengkaji ulang spesifikasi kebutuhan. Iterasi terjadi saat prototipe diperbaiki untuk memenuhi kebutuhan pemangku kepentingan dan untuk lebih memahami kebutuhan yang akan diatasi pada iterasi berikutnya.

Idealnya, prototipe bertindak sebagai mekanisme untuk mengidentifikasi spesifikasi kebutuhan perangkat lunak. Jika prototipe yang dapat digunakan sedang dikembangkan, kita dapat menggunakan program yang telah ada sebelumnya atau menerapkan perangkat yang sudah ada, seperti pembuat laporan atau aplikasi perancangan antarmuka pengguna yang memungkinkan pembuatan program yang dapat digunakan dengan mudah dan cepat.

Berikut tahap-tahap pada metode pengembangan sistem yang digunakan pada penelitian ini:

1. Komunikasi.

Tahapan awal dari model *prototype* guna mengidentifikasi permasalahan-permasalahan yang ada, serta informasi-informasi lain yang diperlukan untuk membangun sistem.

2. Perencanaan

Tahapan ini dikerjakan dengan kegiatan penentuan sumberdaya, spesifikasi untuk pengembangan berdasarkan kebutuhan sistem, dan tujuan berdasarkan pada hasil komunikasi yang dilakukan agar pengembangan dapat sesuai dengan yang diharapkan.

3. Pemodelan

Tahapan selanjutnya ialah representasi atau menggambarkan model sistem yang akan dikembangkan seperti proses dengan perancangan menggunakan sensor *accelerometer* yang ada pada smartphone android. Dalam tahap ini, *Prototype* yang dibangun dengan sistem rancangan sementara kemudian di evaluasi terhadap customer apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan atau masih perlu untuk di evaluasi kembali. Setelah sistem dianggap sesuai dengan apa yang diharapkan customer, langkah berikutnya yaitu pembuatan aplikasi (pengkodean) dari rancangan sistem yang dibuat diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman koding blok yang diintegrasikan dengan pengguna basis data MySQL.

4. Konstruksi

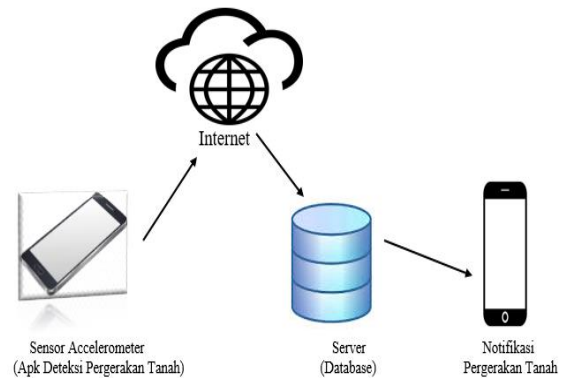
Tahapan ini digunakan untuk membangun *prototype* dan menguji-coba sistem yang dibangun. Proses instalasi dan penyediaan usersupport juga dilakukan agar sistem dapat berjalan dengan sesuai.

5. Penyerahan

Tahapan ini dibutuhkan untuk mendapatkan feedback dari pengguna, sebagai hasil evaluasi dari tahapan sebelumnya dan implementasi dari sistem yang dikembangkan.

Metode Prototype sangat cocok untuk mengembangkan sistem pemrograman pada

pemanfaatan sensor accelerometer di smartphone android, karena metode ini bermula dari analisis kebutuhan tentang pentingnya suatu program yang dapat menyimpan data kemiringan area rawan longsor ke dalam database MySQL (Tolle dkk., 2017).



Gambar 3. Perancangan Topologi IoT Deteksi Pergerakan Tanah

2.3 Perancangan Database

Database dirancang dengan menggunakan MySQL dan akan menggunakan phpmyadmin sebagai bahasan pemrograman, database dibuat dengan nama db_cvm dan terdapat 1 tabel pada database yang dibuat : tbl_gyro.

Tabel 1 TBL_GYRO

No	Nama	Tipe	Ekstra
1	id	varchar	auto_increment
2	gyro_x	varchar	auto_increment
3	gyro_y	varchar	auto_increment
4	gyro_z	varchar	auto_increment
5	acc_x	varchar	auto_increment
6	acc_y	varchar	auto_increment
7	acc_z	varchar	auto_increment
8	latitude	varchar	auto_increment
9	longitude	varchar	auto_increment
10	status	varchar	auto_increment
11	waktu	varchar	auto_increment

Pada tbl_gyro terdapat id yang merupakan nomor urut dari pengukuran yang akan dilakukan. gyro_x merupakan pengukuran pergerakan tanah pada sumbu x, gyro_y merupakan pengukuran

pergerakan tanah pada sumbu y, gyro_z merupakan pengukuran pergerakan tanah pada sumbu z, acc_x merupakan pengukuran kemiringan tanah pada sumbu x, acc_y merupakan pengukuran kemiringan tanah pada sumbu y, acc_z merupakan pengukuran kemiringan tanah pada sumbu z, latitude merupakan garis lintang saat posisi sensor diletakkan, longitude merupakan garis bujur saat posisi sensor diletakkan, status merupakan keadaan dimana saat perhitungan keadaan rawan atau tidak, sedangkan waktu merupakan tanggal dan jam saat pengukuran dilakukan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

Bab ini akan mengulas hasil penelitian dan studi lapangan yang dimulai dengan melakukan pengukuran pergerakan tanah menggunakan sensor accelerometer dan gyroscope yang terdapat pada smartphone Android. Sensor accelerometer dan gyroscope pada android diletakkan pada sebuah tripod dengan titik tempat percobaan yang dipilih oleh peneliti secara acak dalam sebuah simulasi pengukuran.



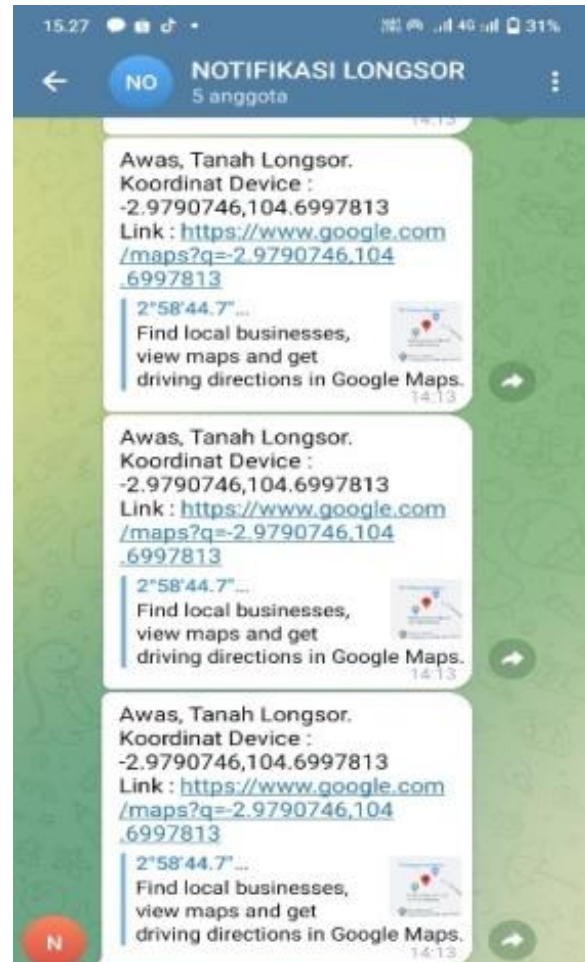
Gambar 4. Simulasi Pengukuran Pergerakan Tanah

Pada percobaan ini smartphone diletakkan di area yang akan diukur menggunakan tripod setelah diletakkan maka aplikasi program yang ada pada smartphone tersebut kita aktifkan maka secara langsung aplikasi akan menghitung pergerakan pada daerah tersebut.

3.2 Pembahasan

Pemanfaatan sensor accelerometer di smartphone android untuk pengembangan alat deteksi pergerakan tanah di area rawan longsor berbasis internet of things ini mampu memberi notifikasi pada telegram berasal dari pengukuran

pergerakan tanah pada sensor accelerometer dan gyroscope yang ada di smartphone android yang telah dipasang aplikasi pengukuran menggunakan pemrograman kodular.

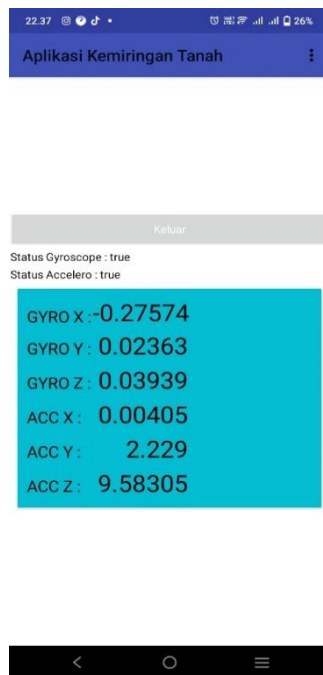


Gambar 5. Hasil Notifikasi Telegram

Notifikasi yang ada pada telegram merupakan peringatan yang terjadi di daerah aplikasi diletakkan. Di dalam pesan tersebut terdapat titik koordinat aplikasi dipasangkan dengan menggunakan google maps sehingga dengan cepat kita mengetahui dimana letak terjadi pergerakan tanah tersebut. Pergerakan tanah dapat dikatakan mengalami kelongsoran jika adanya pergerakan tanah yang melebihi dua puluh derajat per detik. Jika pergerakan tanah tersebut tidak mencapai duapuluh derajat per detik maka data hanya disimpan pada database dan tidak mengirimkan notifikasi ke telegram.

3.2.1 Aplikasi Pengukuran Sensor Pergerakan Tanah

Aplikasi pengukuran sensor pergerakan tanah ini dibuat agar mempermudah seseorang mengetahui dengan jarak jauh daerah tersebut apakah akan terjadi kelongsoran dengan memanfaatkan sensor yang ada pada smartphone android yaitu sensor *accelerometer* dan sensor *gyroscope* berbasis *internet of things* sehingga dapat diakses dimana saja (Karmia, 2019).



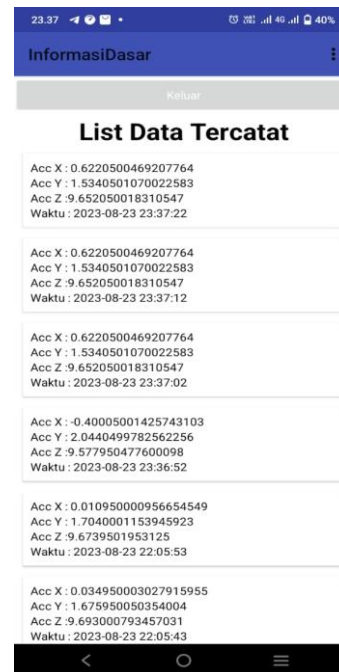
Gambar 6. Aplikasi Pengukuran Pergerakan Tanah

Setelah diuji coba aplikasi pengukur pergerakan tanah ini dapat memberi notifikasi terhadap beberapa orang sekaligus melalui grup telegram. Pada gambar 6 menjelaskan Status *Gyroscope* dan *Accelerometer* itu merupakan pendeteksi sensor tersebut pada smartphone yang terpasang apakah memiliki sensor *Gyroscope* dan *Accelerometer* jika iya maka akan true jika tidak maka akan bersatus false. Tampilan gyro x, y, z menyatakan pengukuran pergerakan tanah yang akan terjadi sedangkan acce x, y, z menyatakan nilai sudut kemiringan pada saat pengukuran berlangsung. Ketika aplikasi dibuka secara otomatis sensor akan mengukur pergerakan yang terjadi pada smartphone saat itu jika pergerakan melebihi dua puluh derajat per detik maka data menyatakan awas longsor pada telegram grup

tetapi jika pergerakan tidak mencapai dua puluh derajat per detik maka data hanya tersimpan di dalam admin dan database tidak memberi notifikasi pada telegram.

3.2.2 Aplikasi Admin

Aplikasi Admin pada dibuat agar mempermudah melihat apakah sensor yang kita gunakan masih aktif atau tidak serta mempermudah melihat data terbaru.



Gambar 7. Aplikasi Admin

Aplikasi admin pada gambar 7 merupakan cara cepat cek aktifasi dari sensor pengukuran dengan kata lain dari aplikasi admin kita dapat melihat apakah sensor pengukuran yang kita letakkan disuatu daerah masih aktif atau tidak dengan melihat pergerakan dan data terbaru yang tampil pada aplikasi admin.

3.2.3 Data Pada Tabel

Saat pengukuran semua data disimpan di dalam database dengan menggunakan pemrograman PHP MySQL serta menggunakan struktur tabel penyimpanan data dapat kita lihat melalui gambar 8.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	id	int			No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
2	gyro_x	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			Change Drop More
3	gyro_y	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			Change Drop More
4	gyro_z	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			Change Drop More
5	acc_x	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			Change Drop More
6	acc_y	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			Change Drop More
7	acc_z	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			Change Drop More
8	latitude	varchar(50)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			Change Drop More
9	longitude	varchar(50)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			Change Drop More
10	status	varchar(50)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			Change Drop More
11	lokasi	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			Change Drop More
12	waktu	timestamp			No	CURRENT_TIMESTAMP		DEFAULT_GENERATED	Change Drop More

Gambar 8. Struktur Tabel Menyimpan Data

Tabel 4.1 Contoh Data Pada Tabel

gyro_x	gyro_y	gyro_z	acc_x	acc_y	acc_z	latitude	longitude	status	lokasi	waktu
-0.16544156776500782	0.18907606601715086	-0.82893904708690643	-0.406950267585646	-0.046950001269570934	9.786950607298005	-2.9626604	104.7452049	Aman		2023-08-23 17:14:00
-0.015756338834762573	0.259979605674074365	0.16544156776500782	-0.433050066280365	-0.034560003027916395	9.736650605773926	-2.9626604	104.7452049	Aman		2023-08-23 17:14:00
0.2836140990257263	0.015756338834762573	0.11029437184333801	-0.25394899980526614	-0.043050002306889075	9.688000625610362	-2.9626604	104.7452049	Aman		2023-08-23 17:15:00
0.05203652246094	-0.524700164754822	0.22367338322656	-2.056050096511041	7.3690505277771	10.509000770198242	-2.9626604	104.7452049	Tidak Aman		2023-08-23 17:15:00
0.9690148234367371	-10.217586106872559	0.6066190600396203	0.030000001192063896	0.8099500378025635	9.730950355529786	-2.9626652	104.7452027	Tidak Aman		2023-08-23 17:15:00
-15.970817367953711	-1.7331973114285278	-0.150600948852538	0.21000000834485627	-1.683000007738037	9.961980035095216	-2.9626652	104.7452027	Tidak Aman		2023-08-23 17:15:00
0.6772381591796075	-0.1512752532968864	0.36972251852089844	1.9669500589370728	0.334000587463379	-4.387950151824961	-2.9626652	104.7452027	Tidak Aman		2023-08-23 17:15:00
-0.12605071067010055	-0.2836140990257263	0.2836140990257263	-0.80900000543892384	-0.016050001606345177	9.781195052067871	-2.9626652	104.7452027	Tidak Aman		2023-08-23 17:15:00
-0.031512677669625146	0.20483240485191345	-0.82363450825214386	-0.80900000543892384	0.0019500000635181996	9.733850346374512	-2.9626652	104.7452027	Aman		2023-08-23 17:15:00

Gambar 9. Contoh Data Pada Tabel

Gambar contoh data pada tabel merupakan penyimpanan data yang ada pada database. Menyimpan datanya terdiri nilai pengukuran

gyro_x, gyro_y, gyro_z, ace_x, acc_y, acc_z, latitude, longitude, status lokasi yang menyatakan aman atau tidaknya daerah yang kita

letakkan aplikasi pengukuran pergerakan tanah dan waktu saat terjadi pergerakan saat aplikasi dinyalakan. Saat aplikasi dinyalakan pada database dapat kita lihat perbedaan nilai pergerakan tersebut dari pergerakan tersebutlah kita dapat melihat lokasi tersebut aman atau tidak.

4. Simpulan

Berdasarkan pelaksanaan perancangan, pengamatan, dan pengujian yang telah dilaksanakan, dapat diambil suatu kesimpulan:

1. Sensor *accelerometer* dan *gyroscope* terbukti dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan sistem *internet of things* mendeteksi pergerakan tanah. *Gyroscope* digunakan untuk mendeteksi getaran sedangkan sensor *accelerometer* digunakan untuk mendeteksi gerakan miring.
2. Program *internet of things* deteksi pergerakan tanah ini diimplementasikan dalam dua belas blok kode program di kodular terdiri dari sepuluh blok perintah *when* dan satu perintah *then*.
3. Dengan menggunakan database mampu menyimpan data dari *internet of thing* sensor serta alat berhasil mengirimkan notifikasi ketika pergerakan tanah melalui aplikasi media sosial telegram grup.

5. Saran

Saran yang diperlukan antara lain:

1. Aplikasi sensor ini hendaknya dapat dikembangkan menjadi alat sensor gempa bumi.
2. Aplikasi sensor ini dapat diaplikasikan ke dalam bidang-bidang yang lain sesuai fungsinya.
3. Aplikasi sensor ini dapat disempurnakan oleh pihak yang tertarik dengan pengembangan sensor pergerakan tanah ini.

Daftar Pustaka

- Anggainsi, N. L., Widiyawati, A. T., Adiono, R., Amalia, F., & Islami, N. N. (2023). Mitigasi Bencana Dan Emergency Management Arsip Pada Organisasi. Tulungagung : Akademia Pustaka
- Fatkhullah, M., Mulyani, I., & Imawan, B. (2021). Strategi Pengembangan Masyarakat Petani Lahan Gambut Melalui Program Tanggung Jawab Sosial Perusahaan: Analisis Pendekatan

Penghidupan Berkelanjutan. Journal Of Social Development Studies, 2(2), 15-29.

- Fatriady, M. R., Rachman, M. R., Jamal, M., Muliawan, I. W., Mustika, W., & Mabui, D. S. S. (2022). Teknologi Bangunan dan Material. Makasar : TOHAR MEDIA.
- Ferdiyasto, A., Sudiarso, A., Jandhana, I. P., Aritonang, S., & Apriyanto, A. (2023). Penggunaan Nanomaterial Dalam Teknologi Pertahanan Sebagai Upaya Meningkatkan Daya Saing Industri Pertahanan Indonesia. Nusantara: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial, 10(7), 3199-3206.
- Fikri, R. (2023). Optimalisasi Keamanan Rumah Dengan Implementasi Sistem Notifikasi Gerbang Cerdas Berbasis Internet Of Things (Iot). Journal Of Computer System And Informatics (Josyc), 4(4), 816-829.
- Fransisca, S., & Putri, R. N. (2019). Pemanfaatan Teknologi Rfid Untuk Pengelolaan Inventaris Sekolah Dengan Metode (R&D). Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer Dan Informasi (Jmapteksi), 1(1), 72-75.
- Karmia, W. F. (2019). Prototype Sistem Alarm Banjir Menggunakan internet Of Things (Iot) Berbasis Arduino Via Aplikasi Android. Ayan, 8(5), 55
- Manuhutu, M., & Wattimena, J. (2019). Perancangan Sistem Informasi Konsultasi Akademik Berbasis Website. J. Sist. Inf. Bisnis, 9(2), 149.
- Muqdamien, B., Umayah, U., Juhri, J., & Raraswaty, D. P. (2021). Tahap Definisi Dalam Four-D Model Pada Penelitian Research & Development (R&D) Alat Peraga Edukasi Ular Tangga Untuk Meningkatkan Pengetahuan Sains Dan Matematika Anak Usia 5-6 Tahun. Intersections, 6(1), 23-33.
- Tolle, H., Pinandito, A., Kharisma, A. P., & Dewi, R. K. (2017). Pengembangan Aplikasi Perangkat Bergerak. Malang : UB Press.